

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-149062

(P2003-149062A)

(43)公開日 平成15年5月21日 (2003.5.21)

(51)IntCL'

G 01 L 3/10
B 62 D 5/04
G 01 L 5/22

識別記号

F I

G 01 L 3/10
B 62 D 5/04
G 01 L 5/22

テ-マ-ド(参考)

A 2 F 0 5 1
3 D 0 3 3

審査請求 未請求 請求項の数22 OL (全 16 頁)

(21)出願番号	特願2001-316788(P2001-316788)
(22)出願日	平成13年10月15日 (2001.10.15)
(31)優先権主張番号	特願2001-148894(P2001-148894)
(32)優先日	平成13年5月18日 (2001.5.18)
(33)優先権主張国	日本 (JP)
(31)優先権主張番号	特願2001-259961(P2001-259961)
(32)優先日	平成13年8月29日 (2001.8.29)
(33)優先権主張国	日本 (JP)

(71)出願人	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(71)出願人	000004695 株式会社日本自動車部品総合研究所 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地
(72)発明者	中根 直樹 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
(74)代理人	100080045 弁理士 石黒 健二

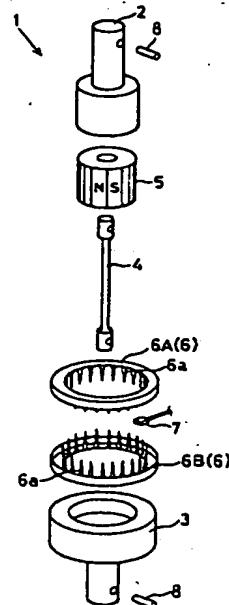
最後頁に続く

(54)【発明の名称】トルクセンサ及びこのトルクセンサを具備する電動パワーステアリング装置

(57)【要約】

【課題】構造がシンプルで電気的な接触部を持たず、且つ中立点付近で精度の良いトルクセンサ1を提供すること。

【解決手段】トルクセンサ1は、入力軸2と出力軸3とを同軸上に連結するトーションバー4、入力軸2の端部に取り付けられるリング状の磁石5、出力軸3の端部に取り付けられる一組の磁気ヨーク6、及び磁気ヨーク6に生じる磁束密度を検出する磁気センサ7等より構成される。磁気ヨーク6は、磁石5のN極及びS極と同数(12個)の爪6aが周囲に等間隔に設けられている。この磁気ヨーク6と磁石5は、トーションバー4に捩じれが生じていない状態で、磁気ヨーク6に設けられた爪6aの中心と磁石5のN極とS極との境界とが一致するように配置されている。磁気センサ7は、軸方向に対向する磁気ヨーク6 Aと磁気ヨーク6 Bとの間に設けられるギャップ内に挿入されて磁束密度を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】第1の軸と第2の軸とを同軸上に連結し、前記第1の軸と第2の軸との間に捩じれトルクが入力されると、自身に捩じれを生じる弾性部材と、前記第1の軸または前記弾性部材の一端側に連結されて、周囲に磁界を形成する硬磁性体と、前記第2の軸または前記弾性部材の他端側に連結され、且つ前記硬磁性体により形成される磁界内に配置されて磁気回路を形成し、前記弾性部材の捩じれによって前記硬磁性体との相対位置が変化すると、前記磁気回路に発生する磁束密度が変化する構造を有する軟磁性体と、この軟磁性体と非接触に設置され、前記軟磁性体の磁気回路に発生する磁束密度を検出する磁気センサとを備えることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項2】第1の軸と第2の軸とを同軸上に連結し、前記第1の軸と第2の軸との間に捩じれトルクが入力されると、自身に捩じれを生じる弾性部材と、

前記第1の軸または前記弾性部材の一端側に連結されて、周囲に磁界を形成する硬磁性体と、

前記第2の軸または前記弾性部材の他端側に連結され、且つ前記硬磁性体により形成される磁界内に配置されて磁気回路を形成し、前記弾性部材の捩じれによって前記硬磁性体との相対位置が変化すると、前記磁気回路に発生する磁束密度が変化する構造を有する軟磁性体と、この軟磁性体に近接して配置され、前記軟磁性体から磁束を導くとともに、その磁束を集める集磁部を有する補助軟磁性体と、

前記集磁部を介して前記補助軟磁性体に生じる磁束密度を検出する磁気センサとを備えることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項3】請求項1に記載されたトルクセンサにおいて、

前記硬磁性体は、周方向に着磁されたリング状の磁石であり、

前記軟磁性体は、前記磁石の外周に配置され、軸方向にギャップを介して対向する一組の磁気ヨークであり、それぞれの磁気ヨークには、前記磁石のN極及びS極と同数の爪が全周に等間隔に設けられ、且つ一方の磁気ヨークに設けられる爪と他方の磁気ヨークに設けられる爪とが周方向にずれて交互に配置され、

前記磁気センサは、前記ギャップ内に挿入されて、前記一組の磁気ヨーク間に生じる磁束密度を検出することを特徴とするトルクセンサ。

【請求項4】請求項2に記載したトルクセンサにおいて、

前記硬磁性体は、周方向に着磁されたリング状の磁石であり、

前記軟磁性体は、前記磁石の外周に配置され、軸方向にギャップを介して対向する一組の磁気ヨークであり、それぞれの磁気ヨークには、前記磁石のN極及びS極と同

2

数の爪が全周に等間隔に設けられ、且つ一方の磁気ヨークに設けられる爪と他方の磁気ヨークに設けられる爪とが周方向にずれて交互に配置され、

前記補助軟磁性体は、リング状に設けられた一組の補助ヨークから成り、一方の補助ヨークが前記一方の磁気ヨークの外周に配置され、他方の補助ヨークが前記他方の磁気ヨークの外周に配置されて、それぞれの補助ヨークに設けられる前記集磁部が軸方向に対向して設けられ、前記磁気センサは、軸方向に対向する前記集磁部同士の間に挿入され、それぞれの集磁部を介して前記一組の補助ヨーク間に生じる磁束密度を検出することを特徴とするトルクセンサ。

【請求項5】請求項4に記載したトルクセンサにおいて、

前記一組の補助ヨークは、前記集磁部同士が他の部位より軸方向に接近して設けられていることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項6】請求項3～5に記載した何れかのトルクセンサにおいて、

前記一組の磁気ヨークと前記磁石は、前記弾性部材の捩じれ角が所定値の時に、前記磁気ヨークに設けられた爪の中心と前記磁石に着磁されたN極とS極との境界とが略一致するように配置されていることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項7】請求項1～6に記載した何れかのトルクセンサにおいて、

前記磁気センサを2個使用し、互いの磁気検出方向を逆向きに配置していることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項8】請求項7に記載したトルクセンサにおいて、

前記2個の磁気センサは、軸対称となる位置に配置されていることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項9】請求項1または3に記載したトルクセンサにおいて、

2個以上の前記磁気センサを周方向に等間隔に配置し、それぞれの磁気検出方向を同一方向に向けて使用することを特徴とするトルクセンサ。

【請求項10】請求項2または4に記載したトルクセンサにおいて、

前記補助軟磁性体は、前記集磁部を2箇所有し、その2箇所の集磁部がリング状に設けられた前記補助軟磁性体の180度対向する位置に設けられ、

前記磁気センサは、前記2箇所の集磁部にそれぞれ配置され、互いの磁気検出方向を逆向きにして使用されることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項11】請求項2または4に記載したトルクセンサにおいて、

リング状に設けられた前記補助軟磁性体の周方向に前記集磁部が複数箇所均等位置に設けられ、

複数個の前記磁気センサを前記集磁部毎に配置し、それ

50

3
その逆気検出方向を同一方向に向けて使用することを特徴とするトルクセンサ。

【請求項12】請求項3～11に記載した何れかのトルクセンサにおいて、前記弹性部材の最大捩じれ角±θ_{max}と、前記磁石の極数nとの間に以下の関係が成立することを特徴とするトルクセンサ。θ_{max} × n ≤ 120 [deg]

【請求項13】請求項3～11に記載した何れかのトルクセンサにおいて、前記弹性部材の最大捩じれ角±θ_{max}と、前記磁石の極数nとの間に以下の関係が成立することを特徴とするトルクセンサ。θ_{max} × n ≤ 60 [deg]

【請求項14】請求項1～13に記載した何れかのトルクセンサにおいて、少なくとも前記磁気センサの周囲が磁気シールド材で覆われていることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項15】請求項1～14に記載した何れかのトルクセンサにおいて、

前記磁石（硬磁性体）の軸方向の長さを、前記磁気ヨーク（軟磁性体）の軸方向の長さより長くしたことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項16】ステアリングの操舵機構に動力を与えて

前記ステアリングの操舵力を補助する電動モータと、前記ステアリングの操舵力を検出する操舵力検出手段と、

この操舵力検出手段により検出された操舵力の大きさに応じて、前記電動モータに流す電流量を制御する制御回路とを備えた電動パワーステアリング装置において、

請求項1～15に記載した何れかのトルクセンサを前記操舵力検出手段として用いていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項17】請求項16に記載した電動パワーステアリング装置において、

前記トルクセンサに用いられる前記磁気センサとしてホールICを使用することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項18】請求項16または17に記載した電動パワーステアリング装置において、

前記トルクセンサに用いられる前記磁気センサを前記制御回路と同一基板上に搭載したことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項19】請求項16または17に記載した電動パワーステアリング装置において、

前記トルクセンサと前記制御回路とを繋ぐワイヤハーネスのコネクタ部に前記磁気センサを取り付けたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項20】請求項16～19に記載した何れかの電動パワーステアリング装置において、

前記トルクセンサは、ステアリングシャフトを構成する

前記第1の軸と前記硬磁性体とが第1の回転力伝達手段を介して連結され、前記軟磁性体とが第2の回転力伝達手段を介して連結され、前記第1の軸と第2の軸とを連結する前記弹性部材と、前記硬磁性体及び前記軟磁性体とが並列に配置されていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項21】請求項16～20に記載した何れかの電動パワーステアリング装置において、

前記トルクセンサが装着されるコラムハウジングの外周を磁性材料で覆っていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項22】請求項20に記載した電動パワーステアリング装置において、

前記磁性材料は、前記トルクセンサの主に前記逆氣センサが配置されている前記コラムハウジングの周囲を覆っていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば電動パワーステアリング装置等の回転動力を伝達する機構における軸トルクを検出するトルクセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】磁石と磁気センサを使った従来技術としては、特開平8-159887号公報に示される方式（従来技術①とする）が考えられる。これは、磁石と逆氣センサをトーションバーの両端に固定し、トルクが印加された際に、トーションバーが捩じることによって磁石と磁気センサの位置関係が変化し、磁気センサからトルクに比例した出力を得るものである。

【0003】また、特開平6-281513号公報に示される方式（従来技術②とする）は、磁石と磁気センサとトーションバーを使用する点で上記の従来技術①と同じであるが、トーションバーの捩じれをギヤを使って軸方向の運動に変える機構にしたため、磁気センサをハウジングに固定できるので、磁気センサへの電力供給と信号の取り出しを行う電気的接触部が不要である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来技術①の方式では、磁石と磁気センサがトーションバーに固定されているため、磁気センサへの電力供給と信号の取り出しを行うために電気的な接触部が必要となり、具体的にはスリップリングとブラシを使用しているため、接触部の信頼性が懸念される。

【0005】また、従来技術②の方式では、トーションバーの捩じれを軸方向の運動に変換するギヤ機構を有しているため、構造が複雑になり、且つギヤ機構のバックラッシやギヤの摩耗等により、誤差及び応答遅れ等が生じるため、性能面での懸念点がある。本発明は、上記事情に基づいて成されたもので、その目的は、構造がシンプルで電気的な接触部を持たず、且つ中立点付近で精度

の良いトルクセンサを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】(請求項1の手段)本発明のトルクセンサは、第1の軸と第2の軸との間に捩じれトルクが入力されて弾性部材に捩じれが生じると、硬磁性体と軟磁性体との相対位置が変化することで、軟磁性体の磁気回路に発生する磁束密度が変化する。この磁束密度の変化を磁気センサで検出することにより、第1の軸と第2の軸との間に印加される捩じれトルクを求めることができる。この構成によれば、硬磁性体から発生する磁束を直接磁気センサで検出する必要がないので、非接触式の磁気センサを定位置に固定して使用することができる。その結果、磁気センサに対し電気的な接触部を設ける必要がないので、信頼性の高いトルクセンサを提供できる。

【0007】(請求項2の手段)本発明のトルクセンサは、第1の軸と第2の軸との間に捩じれトルクが入力されて弾性部材に捩じれが生じると、硬磁性体と軟磁性体との相対位置が変化することで、軟磁性体の磁気回路に発生する磁束密度が変化する。更に、軟磁性体に発生する磁束が補助軟磁性体に導かれて、その補助軟磁性体に設けられた集磁部に集められる。従って、集磁部を介して補助軟磁性体に生じる磁束密度を磁気センサで検出することにより、第1の軸と第2の軸との間に印加される捩じれトルクを求めることができる。

【0008】この構成によれば、硬磁性体から発生する磁束を直接磁気センサで検出する必要がないので、非接触式の磁気センサを定位置に固定して使用することができる。その結果、磁気センサに対し電気的な接触部を設ける必要がないので、信頼性の高いトルクセンサを提供できる。また、補助軟磁性体に生じる磁束を集磁部に集めることにより、軟磁性体の全周で発生する磁束密度の平均を磁気センサで検出することができる。これにより、磁気回路を構成する部品の製造ばらつきや組付け精度、センタズレ等による検出誤差を小さくできる。

【0009】(請求項3の手段)請求項1に記載されたトルクセンサにおいて、硬磁性体は、周方向に着磁されたリング状の磁石であり、軟磁性体は、磁石の外周に配置され、軸方向にギャップを介して対向する一組の磁気ヨークであり、それぞれの磁気ヨークには、磁石のN極及びS極と同数の爪が全周に等間隔に設けられ、且つ一方の磁気ヨークに設けられる爪と他方の磁気ヨークに設けられる爪とが周方向にすれて交互に配置され、磁気センサは、ギャップ内に挿入されて、一組の磁気ヨーク間に生じる磁束密度を検出する。

【0010】この構成によれば、弾性部材の捩じれによって磁石と軟磁性体(一組の磁気ヨーク)との相対位置が変化すると、一方の磁気ヨークに設けられた爪がN極またはS極に近接し、他方の磁気ヨークに設けられた爪がS極またはN極に近接する。これにより、一方の磁気

ヨークと他方の磁気ヨークには、それぞれ逆の極性を有する磁束が流れるため、両磁気ヨーク間のギャップには、弾性部材の捩じれ量に略比例した正負の磁束密度が発生する。この磁束密度をギャップに挿入された磁気センサで検出することにより、第1の軸と第2の軸との間に印加される捩じれトルクを求めることができる。

【0011】(請求項4の手段)請求項2に記載したトルクセンサにおいて、硬磁性体は、周方向に着磁されたリング状の磁石であり、軟磁性体は、磁石の外周に配置され、軸方向にギャップを介して対向する一組の磁気ヨークであり、それぞれの磁気ヨークには、磁石のN極及びS極と同数の爪が全周に等間隔に設けられ、且つ一方の磁気ヨークに設けられる爪と他方の磁気ヨークに設けられる爪とが周方向にすれて交互に配置され、補助軟磁性体は、リング状に設けられた一組の補助ヨークから成り、一方の補助ヨークが一方の磁気ヨークの外周に配置され、他方の補助ヨークが他方の磁気ヨークの外周に配置されて、それぞれの補助ヨークに設けられる集磁部が軸方向に対向して設けられ、磁気センサは、軸方向に対向する集磁部同士の間に挿入され、それぞれの集磁部を介して一組の補助ヨーク間に生じる磁束密度を検出する。

【0012】この構成によれば、弾性部材の捩じれによって磁石と軟磁性体(一組の磁気ヨーク)との相対位置が変化すると、一方の磁気ヨークに設けられた爪がN極またはS極に近接し、他方の磁気ヨークに設けられた爪がS極またはN極に近接する。これにより、一方の磁気ヨークと他方の磁気ヨークには、それぞれ逆の極性を有する磁束が流れる。更に、一方の磁気ヨークに発生する磁束が一方の補助ヨークに導かれて、その補助ヨークに設けられた集磁部に集められ、他方の磁気ヨークに発生する磁束が他方の補助ヨークに導かれて、その補助ヨークに設けられた集磁部に集められる。その結果、軸方向に対向する集磁部同士には、弾性部材の捩じれ量に略比例した正負の磁束密度が発生する。この磁束密度を集磁部間に挿入された磁気センサで検出することにより、第1の軸と第2の軸との間に印加される捩じれトルクを求めることができる。

【0013】(請求項5の手段)請求項4に記載したトルクセンサにおいて、一組の補助ヨークは、集磁部同士が他の部位より軸方向に接近して設けられている。これにより、一組の補助ヨークの間で集磁部に磁束が集中するので、検出する磁束が増加し、全体の平均化ができるので、検出精度を向上できる。

【0014】(請求項6の手段)請求項3～5に記載した何れかのトルクセンサにおいて、一組の磁気ヨークと磁石は、弾性部材の捩じれ角が所定値の時に、磁気ヨークに設けられた爪の中心と磁石に着磁されたN極とS極との境界とが略一致するように配置されている。例えば、第1の軸と第2の軸との間に捩じれトルクが印加さ

7
れていない場合、つまり、弾性部材に捩じれが発生していない時に、磁気ヨークの爪の中心と磁石のN極とS極との境界とが略一致するように配置することにより、温度変化による磁石の減磁特性の影響を受け難くできる。

【0015】(請求項7の手段) 請求項1～6に記載した何れかのトルクセンサにおいて、磁気センサを2個使用し、互いの磁気検出方向を逆向きに配置している。この場合、2個の磁気センサの出力の差分を取ることで、磁石、磁気ヨーク、磁気センサを含めた温度ドリフトをキャンセルでき、且つ感度も倍にできる。

【0016】(請求項8の手段) 請求項7に記載したトルクセンサにおいて、2個の磁気センサは、軸対称となる位置に配置されている。この場合、2個の磁気センサの出力の差分を取ることで、磁気センサの温度ドリフトをキャンセルでき、同時に検出物理量が倍になるため、検出感度が2倍になる。また、軸ずれの影響も小さくできるので、検出精度が向上する。

【0017】(請求項9の手段) 請求項1または3に記載したトルクセンサにおいて、2個以上の磁気センサを周方向に等間隔に配置し、それぞれの磁気検出方向を同一方向に向けて使用する。この場合、2個以上の磁気センサの出力を加算、あるいは平均化することにより、磁石、磁気ヨーク等の磁気回路構成部品の寸法ばらつきと磁束検出位置による磁束密度のばらつきを低減でき、検出精度を向上できる。

【0018】(請求項10の手段) 請求項2または4に記載したトルクセンサにおいて、補助軟磁性体は、集磁部を2箇所有し、その2箇所の集磁部がリング状に設けられた補助軟磁性体の180度対向する位置に設けられ、磁気センサは、2箇所の集磁部にそれぞれ配置され、互いの磁気検出方向を逆向きにして使用される。この場合、2個の磁気センサの出力の差分を取ることで、磁気センサの温度ドリフトをキャンセルでき、同時に検出物理量が倍になるため、検出感度が2倍になる。また、軸ずれの影響も小さくできるので、検出精度が向上する。

【0019】(請求項11の手段) 請求項2または4に記載したトルクセンサにおいて、リング状に設けられた補助軟磁性体の周方向に集磁部が複数箇所均等位置に設けられ、複数個の磁気センサを集磁部毎に配置し、それぞれの磁気検出方向を同一方向に向けて使用する。この場合、2個以上の磁気センサの出力を加算、あるいは平均化することにより、磁石、磁気ヨーク等の磁気回路構成部品の寸法ばらつきと磁束検出位置による磁束密度のばらつきを低減でき、検出精度を向上できる。

【0020】(請求項12の手段) 請求項3～11に記載した何れかのトルクセンサにおいて、弾性部材の最大捩じれ角±θ_{max}と、磁石の極数nとの間に以下の関係が成立する。

$$\theta_{max} \times n \leq 120 [deg]$$

この場合、検出する全トルク域で、感度良く検出することが可能である。

【0021】(請求項13の手段) 請求項3～11に記載した何れかのトルクセンサにおいて、弾性部材の最大捩じれ角±θ_{max}と、磁石の極数nとの間に以下の関係が成立する。

$$\theta_{max} \times n \leq 60 [deg]$$

この場合、検出する全トルク域で直線性良く検出することが可能である。

10 【0022】(請求項14の手段) 請求項1～13に記載した何れかのトルクセンサにおいて、少なくとも磁気センサの周囲が磁気シールド材で覆われている。この場合、地磁気やトルクセンサ周辺に発生する磁界の影響による検出誤差を軽減することができる。なお、磁気シールド材は、磁気センサの周囲だけを覆っても良いが、トルクセンサ全体を覆っても良い。

【0023】(請求項15の手段) 請求項1～14に記載した何れかのトルクセンサにおいて、磁石(硬磁性体)の軸方向の長さを、磁気ヨーク(軟磁性体)の軸方向の長さより長くしたことを特徴とする。

【0024】磁石と磁気ヨークとの軸方向長さを略同一に設定すると、外部から鉄粉などが侵入した場合に、鉄粉が磁石と磁気ヨークとの間に付着して磁気回路がショートし、誤検出を招く恐れがある。これに対し、磁石の軸方向長さを磁気ヨークの軸方向長さより長く設定すると、磁石のエッジ部分に優先的に鉄粉が付着する(磁石は、エッジ部分に磁束が集中する特性がある)ため、トルク検出に関わる磁気回路への影響を抑えることができ、誤検出を防止できる。

30 【0025】(請求項16の手段) ステアリングの操舵機構に動力を与えてステアリングの操舵力を補助する電動モータと、ステアリングの操舵力を検出する操舵力検出手段と、この操舵力検出手段により検出された操舵力の大きさに応じて、電動モーターに流す電流量を制御する制御回路とを備えた電動パワーステアリング装置において、請求項1～15に記載した何れかのトルクセンサを操舵力検出手段として用いていることを特徴とする。

【0026】この構成によれば、従来方式の電動パワーステアリング装置と比較して、磁気変化検出用のコイルや温度保証用のコイル等が不要になるので、それらのコイルを収容するハウジングの大きさ(例えば径方向の大きさ)を小さくできる。また、本発明のトルクセンサでは、従来のコイル式のように、コイルに交流電流を流す必要がないので、電磁ノイズを出さない、消費電力が少ないという特徴がある。

【0027】(請求項17の手段) 請求項16に記載した電動パワーステアリング装置において、トルクセンサに用いられる磁気センサとしてホールICを使用する。この場合、ゲイン調整回路やオフセット調整回路、温特

50 补正回路などを付加する必要がないので、部品点数の減

少による小型化、コストダウンが可能になる。また、ホールICは、発振回路が不要なので、ノイズ放射がほとんどなく、周辺機器に影響を与えることがない。

【0028】(請求項18の手段)請求項16または17に記載した電動パワーステアリング装置において、トルクセンサに用いられる磁気センサを制御回路と同一基板上に搭載したことを特徴とする。この構成によれば、トルクセンサと制御回路とを繋ぐワイヤハーネス、及びコネクタが不要となるため、コストダウンが可能である。また、電気的接触部がなくなるので、信頼性の向上にも繋がる。

【0029】(請求項19の手段)請求項16または17に記載した電動パワーステアリング装置において、トルクセンサと制御回路とを繋ぐワイヤハーネスのコネクタ部に磁気センサを取り付けたことを特徴とする。この構成では、トルクセンサ側に特別な基板を設ける必要がなくなるため、コストダウンに繋がる。また、トルクセンサにコネクタを差し込むだけで制御回路と結線できるので、組み付け性も向上する。

【0030】(請求項20の手段)請求項16~19に記載した何れかの電動パワーステアリング装置において、トルクセンサは、ステアリングシャフトを構成する第1の軸と硬磁性体とが第1の回転力伝達手段を介して連結され、ステアリングシャフトを構成する第2の軸と軟磁性体とが第2の回転力伝達手段を介して連結され、第1の軸と第2の軸とを連結する弾性部材と、硬磁性体及び軟磁性体とが並列に配置されていることを特徴とする。

【0031】従来の電動パワーステアリング装置は、トルクセンサ、電動モータ、及び電動モータの回転力を伝達する動力伝達機構等が連続的に組み付けられていくため、組み付け工程が非常に複雑で組み付け難い作業であった。これに対し、トルクセンサは、第1の軸と硬磁性体とが第1の回転力伝達手段を介して連結され、第2の軸と軟磁性体とが第2の回転力伝達手段を介して連結されることにより、硬磁性体と軟磁性体及び磁気センサをステアリングシャフトの外側に配置することができる。これにより、電動モータや動力伝達機構等とは別に、トルクセンサを単独に組み付けることができる所以組み付けが容易となる。また、トルクセンサ単位だけではなく、それを構成する硬磁性体、軟磁性体、及び磁気センサ単品での交換も容易である。

【0032】(請求項21の手段)請求項16~20に記載した何れかの電動パワーステアリング装置において、トルクセンサが装着されるコラムハウジングの外周を磁性材料で覆っている。これにより、トルクセンサの周囲を磁気シールドできるため、例えば車載スピーカー(磁石部材)が発生する外部磁界の影響を受けにくくなる。

【0033】(請求項22の手段)請求項20に記載し

た電動パワーステアリング装置において、磁性材料は、トルクセンサの主に磁気センサが配置されているコラムハウジングの周囲を覆っている。これにより、磁気センサの周囲を効果的に磁気シールドできる。

【0034】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

(第1実施例) 図1はトルクセンサ1の分解斜視図、図2はトルクセンサ1の軸方向断面図である。本実施例のトルクセンサ1は、例えば車両の電動式パワーステアリング装置(図17参照)に用いられるもので、ステアリングシャフトを構成する入力軸2と出力軸3との間に設けられ、ステアリングシャフトに加わる操舵トルクを検出している。

【0035】そのトルクセンサ1は、入力軸2と出力軸3とを同軸上に連結するトーションバー4(弾性部材)、入力軸2の端部(またはトーションバー4の一端側)に取り付けられる磁石5(硬磁性体)、出力軸3の端部(またはトーションバー4の他端側)に取り付けられる一組の磁気ヨーク6(軟磁性体)、及びこの一組の磁気ヨーク6間に生じる磁束密度を検出する磁気センサ7等より構成される。

【0036】トーションバー4は、両端がそれぞれピン8により入力軸2と出力軸3とに固定され、目的に応じた捩じれ/トルク特性を持たせてある。従って、入力軸2と出力軸3は、トーションバー4が捩じれを生じることで相対的に回動することができる。磁石5は、リング状に設けられて周方向にS極とN極とが交互に着磁され、例えば24極に形成されている。

【0037】一組の磁気ヨーク6(6A, 6B)は、図1に示す様に、磁石5の外周に近接して配置される環状体で、それぞれ磁石5のN極及びS極と同数(12個)の爪6aが全周に等間隔に設けられている。この一組の磁気ヨーク6は、互いの爪6aが周方向にずれて交互に配置される様に、固定部9(図2参照)により位置決めされている。また、一組の磁気ヨーク6と磁石5は、トーションバー4に捩じれが生じていない状態(入力軸2と出力軸3との間に捩じれトルクが加わっていない時)で、各磁気ヨーク6に設けられた爪6aの中心と磁石5のN極とS極との境界とが一致するように配置されている(図3参照)。

【0038】磁気センサ7は、図3に示す様に、軸方向に對向する一方の磁気ヨーク6Aと他方の磁気ヨーク6Bとの間に設けられるギャップG内に挿入され、両磁気ヨーク6間に生じる磁束密度を検出する。但し、この磁気センサ7は、磁気ヨーク6と接触することなく、図示しないハウジング等に固定されて、定位置に設けられている。磁気センサ7としては、例えばホール素子、ホールIC、磁気抵抗素子等を使用することができ、検出した磁束密度を電気信号(例えば電圧信号)に変換して出

力する。

【0039】次に、本実施例の作動を説明する。入力軸2と出力軸3との間に捩じれトルクが印加されていない状態、つまりトーションバー4が捩じれていない中立位置では、図4(b)に示す様に、磁気ヨーク6に設けられた爪6aの中心と磁石5のN極とS極との境界とが一致している。この場合、各磁気ヨーク6の爪6aには、磁石5のN極とS極から同数の磁力線が出入りするため、一方の磁気ヨーク6Aと他方の磁気ヨーク6Bの内部でそれぞれ磁力線が閉じている。従って、磁気ヨーク6Aと磁気ヨーク6Bとの間(ギャップG)に磁束が洩れることはなく、磁気センサ7で検出する磁束密度は0となる(図4参照)。

【0040】入力軸2と出力軸3との間に捩じれトルクが印加されて、トーションバー4に捩じれが生じると、入力軸2に固定された磁石5と出力軸3に固定された一組の磁気ヨーク6との相対位置が周方向に変化する。これにより、図4(a)または(c)に示す様に、磁気ヨーク6に設けられた爪6aの中心と磁石5のN極とS極との境界とが一致しなくなるため、各磁気ヨーク6には、NまたはSの極性を有する磁力線が増加する。

【0041】この時、一方の磁気ヨーク6Aと他方の磁気ヨーク6Bは、それぞれ逆の極性を有する磁力線が増加するので、一方の磁気ヨーク6Aと他方の磁気ヨーク6Bとの間(ギャップG)に磁束密度が発生する。この磁束密度は、図4に示す様に、トーションバー4の捩れ量に略比例し、且つトーションバー4の捩れ方向に応じて極性が反転する。この磁束密度を磁気センサ7で検出し、電圧信号として取り出すことができる。

【0042】(本実施例の効果) 本実施例のトルクセンサ1は、トーションバー4に捩じれが生じて、磁石5と一組の磁気ヨーク6との相対位置が周方向に変化すると、一組の磁気ヨーク6間の全周で磁束密度が変化する。即ち、一組の磁気ヨーク6間の全周で同一強度の磁束密度を検出できる。従って、一方の磁気ヨーク6Aと他方の磁気ヨーク6Bとが対向するギャップG内に磁気センサ7を挿入することで、磁気ヨーク6に接触することなく、磁気ヨーク6間の磁束密度を検出することができる。これにより、磁気センサ7に対し電気的な接觸部(例えばスリップリングとブラン)を設ける必要がないので、信頼性の高いトルクセンサ1を提供できる。

【0043】また、入力軸2に固定された磁石5と、出力軸3に固定された一組の磁気ヨーク6とが、トーションバー4に捩じれが生じていない状態で、各磁気ヨーク6に設けられた爪6aの中心と磁石5のN極とS極との境界とが一致するように配置されている。この構成によれば、図4に示す様に、例えば温度変化により磁石5の強さが変動する場合でも、磁気センサ7の中立点がずれることがないので、中立点付近の精度を安定させることができ、オフセットドリフトの影響を受け難くできる。

【0044】(第2実施例) 図5はトルクセンサ1の分解斜視図、図6はトルクセンサ1の軸方向断面図である。本実施例のトルクセンサ1は、第1実施例の構成に対し、一組の集磁リング10(補助軟磁性体)を加えた一例である。一組の集磁リング10(10A、10B)は、磁気ヨーク6と同じ軟磁性体であり、図5に示す様にリング状に設けられ、それぞれ磁気ヨーク6A、6Bの外周に近接して配置される。

【0045】この集磁リング10には、周方向の一箇所に平板状の集磁部10aが設けられ、互いの集磁部10a同士が軸方向に対向して配置される。但し、集磁部10aは、集磁リング10の他の部位より軸方向に接近して設けられている。磁気センサ7は、図6に示す様に、軸方向に対向する集磁部10a同士の間に挿入され、その両集磁部10a間に発生する磁束密度を検出する。

【0046】この構成によれば、集磁リング10が磁気回路の一部を形成するため、磁石5から発生した磁束が磁気ヨーク6を通って集磁リング10に導かれ、その集磁リング10に設けられた集磁部10aに優先的に集まる。この集磁部10a間に発生する磁束密度を磁気センサ7で検出することにより、磁気ヨーク6の全周で発生する磁束密度の平均を取ることができるので、磁気回路を構成する部品の製造ばらつきや組付け精度、及び入力側と出力側とのセンタズレ等による検出誤差を抑えることができる。

【0047】(第3実施例) 図7はトルクセンサ1の要部斜視図である。本実施例のトルクセンサ1は、図7に示す様に、磁気センサ7を2個使用する場合の一例である。2個の磁気センサ7は、図中矢印で示す様に、互いの磁気検出方向が逆向きになる様に取り付けられ、それぞれ差分回路11に接続されている。2個の磁気センサ7の出力は、差分回路11で差分処理された後、トルク信号として出力される。

【0048】本実施例の構成によれば、2個の磁気センサ7を使用することで、1個の磁気センサ7を使用した場合に生じる磁気検出位置による検出ばらつきを低減でき、且つ両磁気センサ7の出力の差分を取ることで、温度ドリフトのキャンセルと感度アップを図ることが可能である。差分回路11は、トルクセンサ1の構成要件として取り入れても良いし、取り入れなくても良い。取り入れない場合は、2個の磁気センサ7の出力を、例えばECU(図示しない)に取り込み、差分処理を行ってトルク換算すれば良い。なお、本実施例は、集磁リング10を用いた第2実施例の構成にも適用できることは言うまでもない。

【0049】(第4実施例) 図8はトルクセンサ1の要部斜視図である。本実施例のトルクセンサ1は、第3実施例と同様に、磁気センサ7を2個使用するもので、その2個の磁気センサ7を軸対称となる位置(トーションバー4を中心として径方向に対向する位置)に配置した

一例である。この2個の逆気センサ7は、図8に示す様に、互いの逆気検出方向(図中矢印で示す)を逆向きにして取付けられ、それぞれ差分回路11に接続されている。2個の逆気センサ7の出力は、差分回路11で差分処理された後、トルク信号として出力される。

〔0050〕本実施例の構成によれば、第3実施例と同様に、磁気センサ7を1個だけ使用した場合に生じる磁気検出位置による検出ばらつきを低減でき、且つ2個の磁気センサ7の出力の差分を取ることで、温度ドリフトをキャンセルできる。また、検出物理量が倍になるため、検出感度が2倍になり、且つ入力側と出力側との軸ずれの影響も小さくできるので、検出精度が向上する。差分回路11は、トルクセンサ1の構成要件として取り入れても良いし、取り入れなくても良い。取り入れない場合は、2個の磁気センサ7の出力を、例えばECU(図示しない)に取り込み、差分処理を行ってトルク換算すれば良い。

〔0051〕(第5実施例)図9はトルクセンサ1の要部斜視図である。本実施例のトルクセンサ1は、第2実施例で説明した一組の集磁リング10(10A, 10B)

B) を有する構成に対し、2 個の磁気センサ 7 を軸対称となる位置に配置した場合の一例である。但し、集磁リング 10 には、図 9 に示す様に、180 度対向する位置に集磁部 10 a が 2箇所設けられている。

〔0052〕2個の磁気センサ7は、それぞれ軸方向に対向する集磁部10a同士の間に挿入され、図中矢印で示す様に、互いの磁気検出方向を逆向きにして取付けられている。2個の磁気センサ7の出力は、差分回路11で差分処理された後、トルク信号として出力される。本実施例の構成によれば、集磁リング10を使用することによる効果（磁気ヨーク6の全周で発生する磁束密度の平均を取ることができる）に加えて、第4実施例と同様

$\theta_{\max} \times n \leq 120$ [deg]

更に、直線性を重視する場合は、以下の関係式の表される数値nに設定することで、直線性の良いトルク検出※

$\theta_{\max} \times n \leq 60$ [deg]

〔0057〕(第8実施例)図12はトルクセンサ1の軸方向断面図である。本実施例のトルクセンサ1は、図12に示す様に、磁石5の軸方向の長さを磁気ヨーク6の軸方向の長さより長くした一例である。例えば、図13に示す様に、磁石5と磁気ヨーク6との軸方向長さを略同一に設けると、外部から鉄粉などが侵入した場合に、磁石5と磁気ヨーク6との間に鉄粉が付着して磁気回路がショートし、誤検出を招く恐れがある。

〔0058〕これに対し、図12に示す様に、磁石5の軸方向両端が磁気ヨーク6の軸方向両端より突出する様に、磁石5の軸方向長さを磁気ヨーク6の軸方向長さより長くすると、磁石5のエッジ部分に優先的に鉄粉が付着する（磁石5は、エッジ部分に磁束が集中する特性がある）ため、トルク検出に関わる磁気回路への影響を抑

*に、検出感度が2倍になり、且つ入力側と出力側との軸ずれの影響も小さくできるので、検出精度が向上する。

〔0053〕(第6実施例)図10はトルクセンサ1の要部斜視図である。本実施例のトルクセンサ1は、図10に示す様に、磁気センサ7を2個以上(本実施例では3個)使用する場合の一例である。3個の磁気センサ7は、周方向に等間隔に配置されて、それぞれ演算回路12に接続され、各磁気センサ7の磁気検出方向を同一方向に向けて使用される。3個の磁気センサ7の出力は、演算回路12で加算あるいは平均化処理された後、トルク信号として出力される。

10 演算回路 1-2 で加算あるいは平均化処理された後、トルク信号として出力される。

〔0054〕本実施例の構成によれば、3個の磁気センサ7の出力を加算あるいは平均化処理することにより、1個の磁気センサ7を使用した場合に生じる磁気検出位置による検出ばらつきを低減でき、検出精度を向上できる。演算回路12は、トルクセンサ1の構成要件として取り入れても良いし、取り入れなくても良い。取り入れない場合は、3個の磁気センサ7の出力を、例えばECU(図示しない)に取り込み、加算あるいは平均化処理を行ってトルク換算すれば良い。

20 を行ってトルク換算すれば良い。
〔0055〕(第7実施例)図11はトーションバー4の捩じれ角(磁石5と磁気ヨーク6とのずれ角)と磁気ヨーク6に生じる磁束密度との関係を表すグラフである。本実施例は、磁石5及び磁気ヨーク6の極数をトーションバー4の最大捩じれ角との関係から規定した場合の例である。

〔0056〕トーションバー4の最大捩じれ角を土 θ max (機械角)、磁石5及び磁気ヨーク6の極数をnとした場合に、以下の関係式①で表される数値nに設定する

※有可能上在多（圖11參照）

えることができ、誤検出を防止できる。

〔0059〕(第9実施例)図14はトルクセンサ1の軸方向平面図、図15はトルクセンサ1の軸方向断面図である。本実施例は、磁気シールド材(磁性材料)13によりトルクセンサ1を磁気シールドした場合の一例である。磁気シールド材13は、図14及び図15に示す様に、トルクセンサ1の磁気回路部全体を円筒状に覆うことにより、地磁気やトルクセンサ1の周辺に発生する磁界の影響による検出誤差を軽減することができる。また、磁気シールド材13は、トルクセンサ全体ではなく、図16に示す様に、磁気センサ7の周囲だけを覆つても良い。

【0060】(第10実施例) 次に、本発明のトルクセンサを用いた電動パワーステアリング装置の一例を説明

する。電動パワーステアリング装置は、図17に示す様に、ステアリング14の操舵機構に動力を与えてステアリング14の操舵力を補助する電動モータ15と、ステアリング14の操舵力を検出する本発明のトルクセンサ（操舵力検出手段）1と、このトルクセンサ1により検出された操舵力の大きさに応じて電動モータ15に流す電流量を制御する制御回路16とを備えている。なお、トルクセンサの構成は、例えば第1実施例と同じである。

【0061】この電動パワーステアリング装置では、従来方式と比較して、磁気変化検出用のコイルや温度保証用のコイル等が不要になるので、それらのコイルを収容するハウジングの大きさを小さくできる。また、本発明のトルクセンサは、従来のコイル式のように、コイルに交流電流を流す必要がないので、電磁ノイズを出さない、消費電力が少ないという特徴がある。

【0062】トルクセンサに用いられる磁気センサ7（図1参照）にホールICを使用することにより、ゲイン調整回路やオフセット調整回路、温特補正回路などを付加する必要がないので、部品点数の減少による小型化及びコストダウンが可能になる。また、ホールICは、発振回路が不要なので、ノイズ放射がほとんどなく、周辺機器に影響を与えることがない。更に、ホールIC以外の電子部品を必要としないため、消費電力が少なく、且つホールICの使用温度範囲の要求を満たせば良いので、高温での使用が可能になる。

【0063】ホールICのみでゲイン調整、オフセット調整、及び温特補正ができるので、トルクセンサ単体で精度保証ができる。この場合、従来のようにECUで補正する必要がないので、故障の時など、トルクセンサのみを交換することで対応できる。また、トルクセンサシステムとしてイニシャル処理等をする必要がなくなるので、生産効率が上がり、コストダウンに繋がる。

【0064】（第11実施例）本実施例の電動パワーステアリング装置は、図18に示す様に、トルクセンサに用いる磁気センサ7を制御回路16（図17参照）と一緒に基板17上に搭載した場合の一例である。制御回路16の基板17は、トルクセンサを収容するハウジング18にスクリュ19等で固定されている。この場合、トルクセンサと制御回路16とを繋ぐワイヤハーネス、及びコネクタが不要となるため、コストダウンに繋がり、同時に電気的接触部がなくなるので、信頼性の向上にも繋がる。

【0065】（第12実施例）本実施例の電動パワーステアリング装置は、図19に示す様に、トルクセンサと制御回路16（図17参照）とを繋ぐワイヤハーネス20のコネクタ部21に磁気センサ7を取り付けた場合の一例である。この場合、トルクセンサ側に特別な基板が必要なくなるため、コストダウンに繋がる。また、トルクセンサにコネクタ部21を差し込むだけで制御回路1

6と結線できるので、組み付け性も向上する。

【0066】（第13実施例）本実施例の電動パワーステアリング装置は、トルクセンサのセンシング部S（後述する）を後組み付ける構成とした一例である。トルクセンサは、図20に示す様に、入力軸2及び出力軸3に対し、トーションバー4とセンシング部Sとが並列に配置されている。具体的には、入力軸2と磁石5とが第1の回転力伝達手段（下述する）を介して連結され、出力軸3と一組の磁気ヨーク6とが第2の回転力伝達手段（下述する）を介して連結されている。ここで、センシング部Sとは、磁石5、一組の磁気ヨーク6（6A、6B）、及び磁気センサ7から構成される。

【0067】第1の回転力伝達手段は、入力軸2と同軸に取り付けられたギヤ22と、リング状の磁石5と同軸に取り付けられたギヤ23とで構成され、両ギヤが噛み合って入力軸2の回転が磁石5に伝達される。第2の回転力伝達手段は、出力軸3と同軸に取り付けられたギヤ24と、環状体である一組の磁気ヨーク6と同軸に取り付けられたギヤ25とで構成され、両ギヤが噛み合って出力軸3の回転が一組の磁気ヨーク6に伝達される。

【0068】本実施例の構成によれば、トルクセンサのセンシング部Sをステアリングシャフト（入力軸2と出力軸3）の外側に配置できる、つまりステアリングシャフトに対し、トーションバー4とセンシング部Sとを並列に組み付けることができる。これにより、電動モータ15（図17参照）や動力伝達機構等とは別に、センシング部Sを単独に組み付けることができるので、トルクセンサ自体の組み付けが容易となる。また、センシング部Sだけを単独で交換することもできるので、メンテナンス性も向上する。

【0069】（第14実施例）本実施例は、電動パワーステアリング装置に使用されるトルクセンサ1の周囲を磁性材料26で磁気シールドした場合の一例である。磁性材料26は、図21に示す様に、トルクセンサ1が装着されるコラムハウジング（例えばアルミニウム製）27の外周全体を覆うことにより、トルクセンサ1の周囲を磁気シールドしている。

【0070】電動パワーステアリング装置に使用されるトルクセンサ1は、例えば車載スピーカ（磁石部材）が発生する外部磁界の影響により検出誤差を生じる可能性があるため、上記の様にトルクセンサ1の周囲を磁気シールドすることにより、外部磁界の影響を受けにくくして検出誤差を防止することができる。また、磁性材料26は、トルクセンサ1が装着されるコラムハウジング27の外周全体を覆うのではなく、図22に示す様に、主に磁気センサ7が配置されているコラムハウジング27の周囲だけを覆う様にしても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】トルクセンサの分解斜視図である（第1実施例）。

【図2】トルクセンサの軸方向断面図である（第1実施例）。

【図3】磁石と一組の磁気ヨークとの位置関係を示す軸方向平面図（a）と側面図（b）である。

【図4】トーションバーの捩じれ角（磁石と磁気ヨークとのずれ角）と磁気ヨークに生じる磁束密度との関係を表すグラフである。

【図5】トルクセンサの分解斜視図である（第2実施例）。

【図6】トルクセンサの軸方向断面図である（第2実施例）。

【図7】トルクセンサの要部斜視図である（第3実施例）。

【図8】トルクセンサの要部斜視図である（第4実施例）。

【図9】トルクセンサの要部斜視図である（第5実施例）。

【図10】トルクセンサの要部斜視図である（第6実施例）。

【図11】トーションバーの捩じれ角（磁石と磁気ヨークとのずれ角）と磁気ヨークに生じる磁束密度との関係を表すグラフである（第7実施例）。

【図12】トルクセンサの軸方向断面図である（第8実施例）。

【図13】トルクセンサの軸方向断面図である。

【図14】トルクセンサの軸方向平面図である（第9実施例）。

【図15】トルクセンサの軸方向断面図である（第9実施例）。

【図16】トルクセンサの軸方向断面図である（第9実施例）。

【図17】電動パワーステアリング装置の全体構成図である（第10実施例）。

【図18】トルクセンサの構成を示す断面図である（第*

* 11実施例）。

【図19】トルクセンサの構成を示す断面図である（第12実施例）。

【図20】トルクセンサの構成を示す断面図（a）と回転力伝達手段の平面図（b）である（第13実施例）。

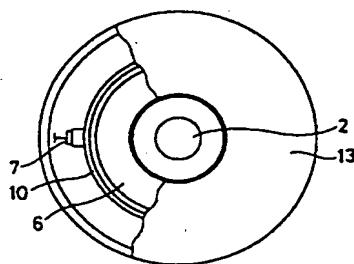
【図21】コラムハウジングに装着されたトルクセンサの全体断面図（a）と軸方向から見た概略図（b）である（第14実施例）。

【図22】コラムハウジングに装着されたトルクセンサの全体断面図（a）と軸方向から見た概略図（b）である（第14実施例）。

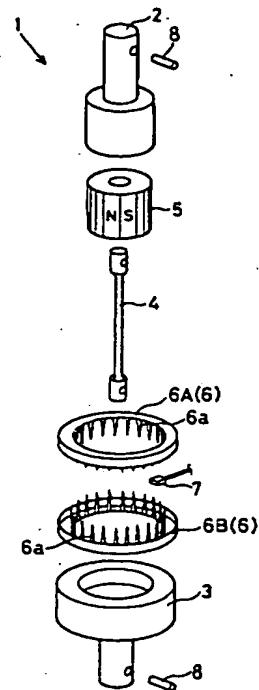
【符号の説明】

1	トルクセンサ（操舵力検出手段）
2	入力軸（第1の軸）
3	出力軸（第2の軸）
4	トーションバー（弾性部材）
5	磁石（硬磁性体）
6	磁気ヨーク（軟磁性体）
6 a	爪
7	磁気センサ
10	集磁リング（補助軟磁性体、補助ヨーク）
10 a	集磁部
13	磁気シールド材
14	ステアリング
15	電動モータ
16	制御回路
17	基板
20	ワイヤハーネス
21	コネクタ部
22、23	ギヤ（第1の回転力伝達手段）
24、25	ギヤ（第2の回転力伝達手段）
26	磁性材料
27	コラムハウジング

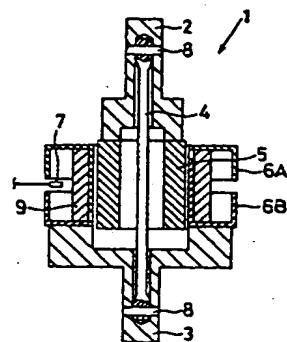
【図14】



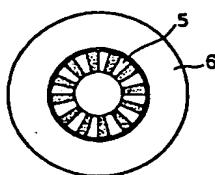
【図1】



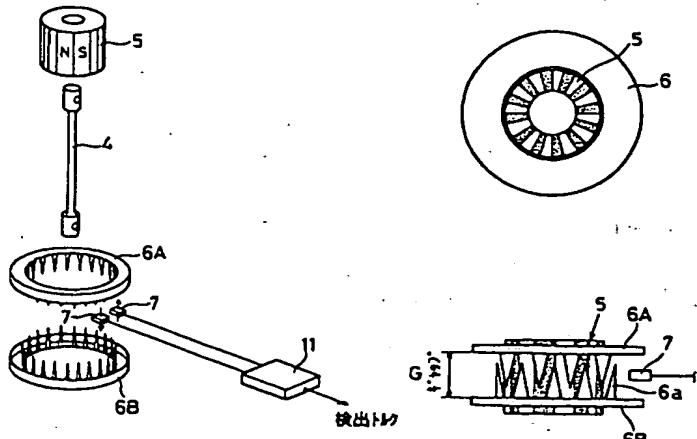
【図2】



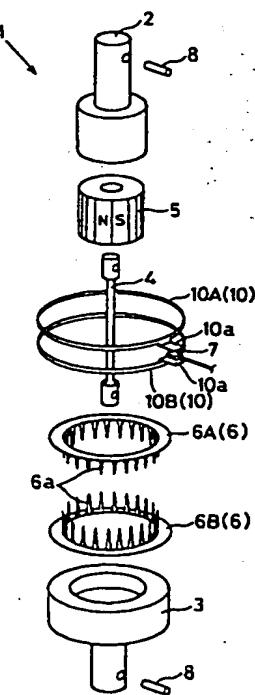
【図3】



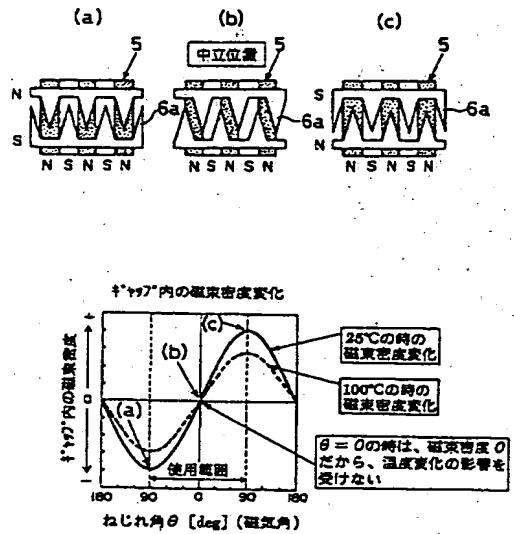
【図7】



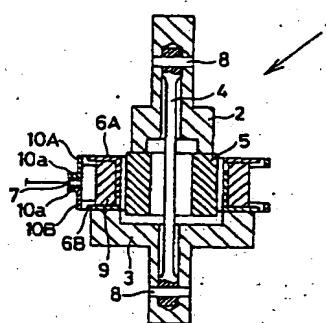
【図5】



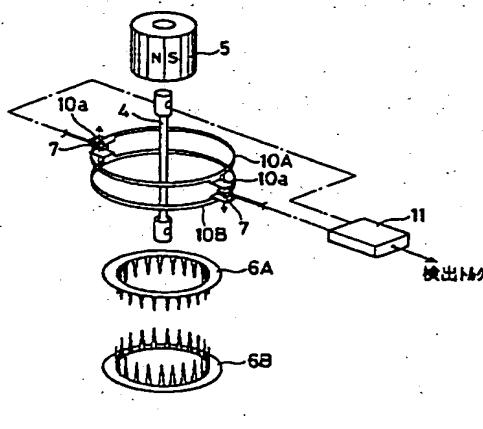
【図4】



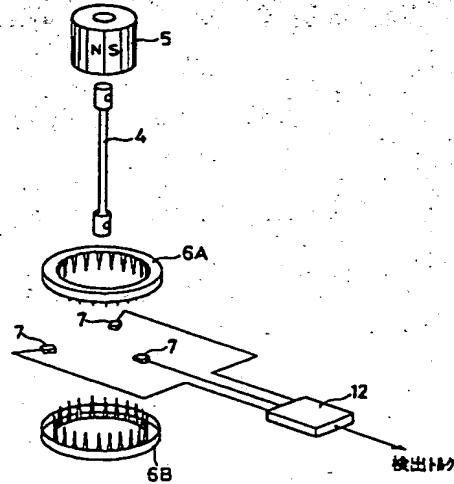
【図6】



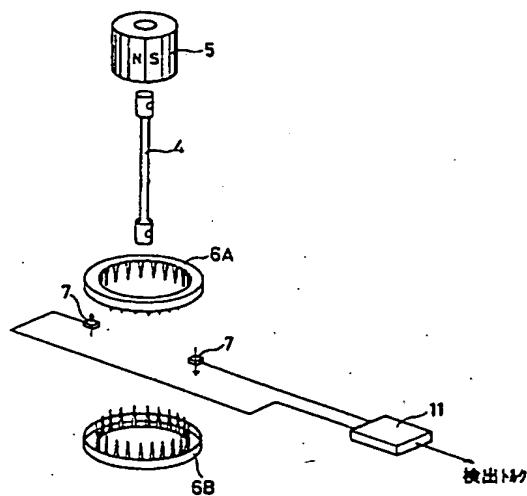
【図9】



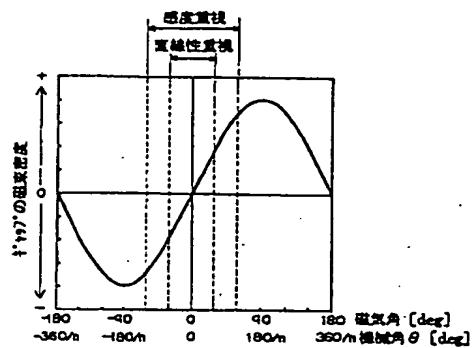
【図10】



【図8】

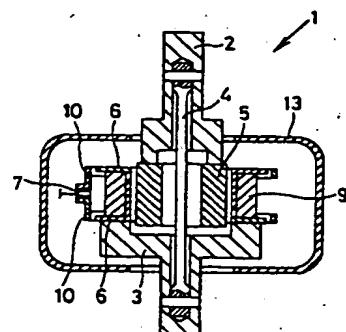
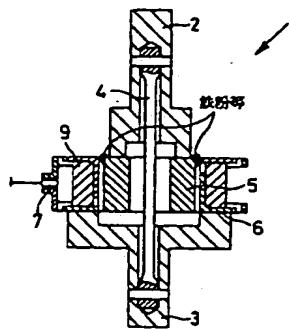


【図11】

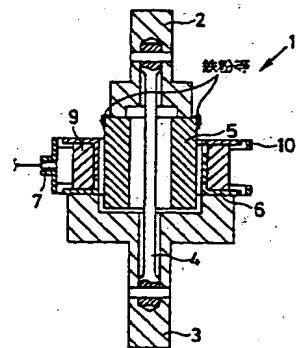


【図15】

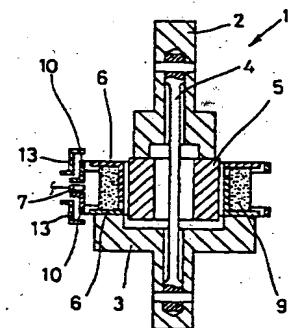
【図13】



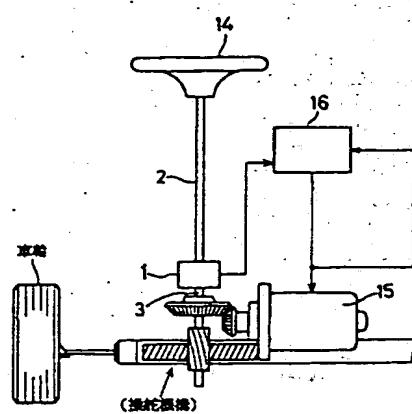
【図12】



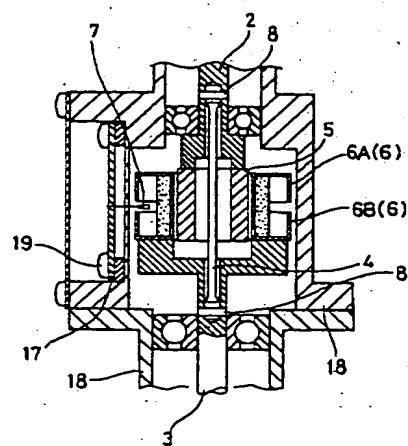
【図16】



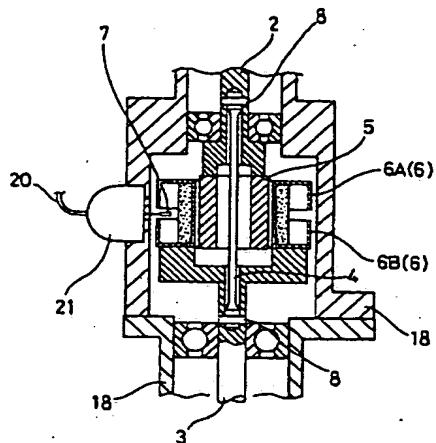
【図17】



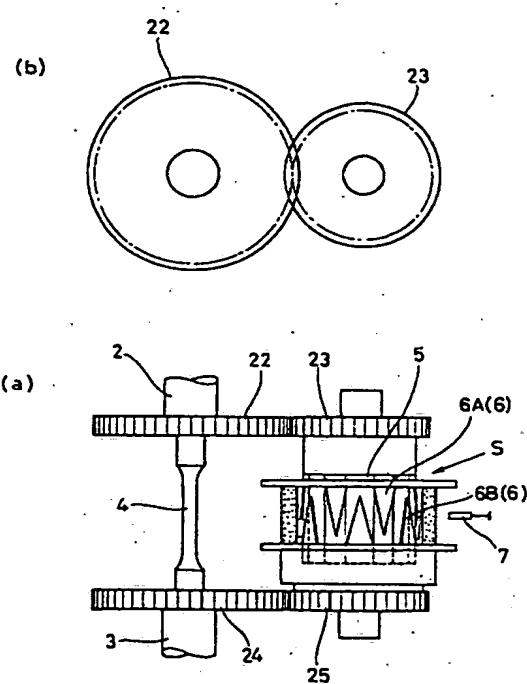
【図18】



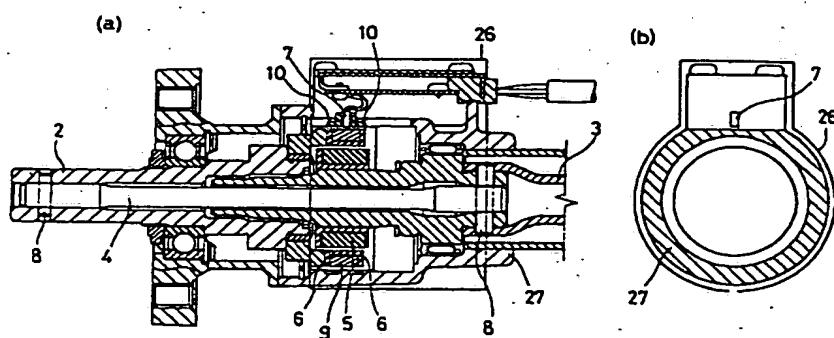
【図19】



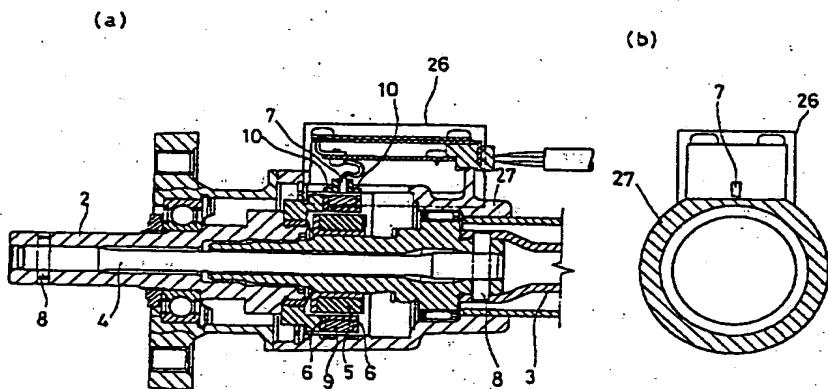
【図20】



【図21】



[図22]



フロントページの続き

(72)発明者 杉村 清

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 深谷 繁利

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 鈴木 政男

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 武田 憲司

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

F ターム(参考) 2F051 AA01 AB05 BA03

3D033 CA28 DB05